

59. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije 2025

VPLIV ENKRATNEGA OGREVANJA Z VIBRACIJSKO STIMULACIJO NA HITROST IN EKSPLOZIVNOST MLADOSTNIKOV

Druga področja - Šport

Raziskovalna naloga

Avtor: Zoja Rodošek, Mojca Bedekovič

Mentor: Ktaja Holnthaner Zorec, Mihael Reisman

Šola: II.gimnazija Maribor

Maribor, februar 2025

KAZALO VSEBINE

Povzetek	V
Zahvala	VI
1 Uvod	1
1.1 Raziskovalno vprašanje	1
1.2 Hipoteze naloge	2
2 Teoretični del	3
2.1 Vibracijske plošče	3
2.1.1 Vibracijske plošče in njihovo delovanje	3
2.1.2 Vpliv vadbe na vibracijski plošči na telo uporabnika	3
2.2 Ogrevanje v vadbi	4
2.2.1 Ogrevanje	4
2.3 Hitrost in eksplozivnost	4
2.3.1 Opredelitev hitrosti in eksplozivnosti	4
2.3.2 Povezava med hitrostjo in eksplozivnostjo	5
2.4 Vpliv vibracij na hitrost in eksplozivnost	6
2.4.1 Povečana aktivacija hitrih mišičnih vlaken	8
2.4.2 Živčno-mišične povezave	9
3 Metodologija dela	11
3.1 Preiskovani vzorec	11
3.2 Uporabljeni pripomočki	11
3.3 Ogrevalni proces	13
3.3.1 Ogrevanje z vibracijsko ploščo	13
3.3.2 Ogrevanje brez vibracijske plošče	15
3.4 Merjenje eksplozivnosti in hitrosti	15
3.4.1 Merjenje šprinta	15

3.4.2	Merjenje skoka v daljino	16
4	Rezultati	18
5	Razprava	23
6	DRUŽBENA ODGOVORNOST	26
7	ZAKLJUČEK IN SKLEPI	27
8	VIRI IN LITERATURA	28
	Priloge	1

KAZALO SLIK

Slika 1: Vibracijske plošče	3
Slika 2: Sestava mišičnega vlakna	9
Slika 3: Povezava motoričnih nevronom z skeletnimi mišicami	10
Slika 4: Vibracijska plošča Master Sport G3	11
Slika 5: Merilni trak	12
Slika 6: Merilna podlaga za skok v daljino	12
Slika 7: Fotocelice Brower Timing System	13
Slika 8: Vaja - počepi na vibracijski plošči	14
Slika 9: Vaja – dvigovanje na prste nog na vibracijski plošči	14
Slika 10: Vaja – počep z dvigom kolena na vibracijski plošči	15
Slika 11: Vaja - manjši poskoki na vibracijski plošči	15
Slika 12: Proga za merjenje šprinta	17
Slika 13: Proga za merjenje šprinta	18
Slika 14: Postavitev fotocelic za merjenje časa šprinta	18
Slika 15: Merjenje skoka v dolžino	19

KAZALO TABEL

Tabela 1:Povprečni rezultati testiranj skoka v daljino in šprinta z ogrevanjem brez/z vibracijsko ploščo	18
Tabela 2: Povprečni rezultati dolžin skokov in šprinta fantov in deklet pri ogrevanju z ali brez vibracijske plošče	22

KAZALO GRAFOV

Graf 1:Povprečne vrednosti dolžin skoka v daljino pri ogrevanju brez in pri ogrevanju z vibracijsko ploščo.	18
Graf 2:Razpršene vrednosti povprečnih dolžin skoka testirancev pri ogrevanju brez ali pri ogrevanju z vibracijsko ploščo.	19
Graf 3:Povprečne dosežene hitrosti šprinta pri ogrevanju brez in pri ogrevanju z vibracijsko ploščo	20
Graf 4.Razpršene vrednosti povprečno doseženih hitrosti testirancev pri ogrevanju brez ali pri ogrevanju z vibracijsko ploščo	21

POVZETEK

Raziskovalna naloga se osredotoča na uporabo vibracijske plošče kot načina za povečanje eksplozivnosti mišic, kar vključuje moč in hitrost mišičnih kontrakcij. Vibracijska plošča s svojimi vibracijami spodbuja mišice, kar pripomore k večji pripravljenosti na napore, zmanjšanju tveganja za poškodbe in pospeševanju regeneracije. Ključna vprašanja raziskave so, ali ta tehnologija lahko ponudi večje koristi pri izboljšanju eksplozivnosti mišic v primerjavi s tradicionalnim raztezanjem, posebej pri osebah, ki se ne ukvarjajo s športom redno. V raziskavi smo želeli ugotoviti, ali vibracijska stimulacija dejansko prispeva k izboljšanju športnih rezultatov ter optimizaciji delovanja mišic. Primerjali smo rezultate skoka v daljino in šprinta, pri čemer so iste osebe opravile test po ogrevanju na vibracijski plošči in po ogrevanju brez vibracijske plošče. Test sta sestavljala skok v daljino in šprint z letečim štartom s skupno razdaljo 20m. Iz pridobljenih rezultatov smo ugotovili, da ima vibracijska stimulacija pozitiven učinek na izboljšavo dolžine skoka – eksplozivnosti, ne pa bistveno tudi na hitrost teka.

ABSTRACT

The research paper is about the use of a vibration plate as a way to increase muscle explosiveness, which includes the strength and speed of muscle contractions. The vibration plate stimulates the muscles with its vibrations, which helps to increase readiness for effort, reduce the risk of injury and accelerate regeneration. Key research questions, so that this technology can offer greater benefit in improving muscle explosiveness compared to traditional stretching, especially in people who do not engage in sports regularly. In the research, we wanted to determine whether stimulation actually contributes to promoting sports results and optimizing muscle function. We compared the results of the long jump and sprint, with the same people performing a test after warming up on a vibration plate and after warming up without a vibration plate. . The test consisted of a long jump and a sprint with a flying start with a total distance of 20m. From the obtained results, we found that stimulation has a positive effect on improving jump length - explosiveness, but not on running speed.

ZAHVALA

Najprej bi se želeli zahvaliti mentorjema za vso podporo in pomoč pri organizaciji ter vodenje skozi celotno nastajanje raziskovalne naloge.

Iskrena zahvala gre tudi vsem sodelujočim dijakom in dijakinjam, ki so si vzeli čas in vaje ter testiranje resno izvedli in nama tako omogočili pridobitve zelo zanimivih rezultatov ter dognanj.

Zahvaliti bi se želeli tudi šoli, za investicijo v nakup vibracijske plošče, ki sva jo za izvedbo raziskave potrebovali ter profesorjem športne vzgoje, ki so nama odstopili del telovadnice za izvedbo testiranja.

1 UVOD

Šport se kot ena izmed najbolj razširjenih panog ves čas razvija, raste in napreduje. Odkrivajo se nova znanja, izboljšujejo se načini vadb ter posledično telesna pripravljenost športnikov. Ob tem ne zaostaja in je v veliko pomoč sodobna tehnologija.

Ena izmed sorazmerno novih tehnoloških naprav v rabi športa je vibracijska plošča, katere namen je z vibracijami stimulirati mišice, povečati pogostost mišičnih kontrakcij ter jih tako boljše pripravi na povečan napor. Ob vsem tem proizvajalci zagotavljajo, da zmanjša možnosti za poškodbe, pospeši čas regeneracije mišic, omogoča večjo fleksibilnost in pospešuje krvni obtok.

Namen raziskovalne naloge je ugotoviti, ali vibracijska plošča in povzročena stimulacija med ogrevanjem prispeva k večji eksplozivnosti mišic, torej povečani moči in hitrosti mišic, kljub temu, da se testiranci s športom ne ukvarjajo redno.

Eksplozivnost mišic je ključnega pomena predvsem pri disciplinah kot so šprinti in skoki, zato smo po končanem ogrevanju enkrat na vibracijski plošči in drugič brez nje, primerjali vpliv le tega z merjenjem dolžine skokov in časom šprinta.

Cilj raziskovalne naloge je bil ugotoviti, ali lahko z vibracijsko stimulacijo dejansko izboljšamo rezultate in optimiziramo delovanje mišic.

1.1 Raziskovalno vprašanje

- Ali pri mladostnikih enkratno ogrevanje na vibracijski plošči vpliva na rezultat skoka v daljino?
- Ali pri mladostnikih enkratno ogrevanje na vibracijski plošči vpliva na rezultat hitrosti šprinta na kratko razdaljo?

1.2 Hipoteze naloge

H1: Enkratno ogrevanje s pomočjo vibracijske plošče pozitivno vpliva na rezultat skoka v daljino pri mladostnikih.

Hipotezo predpostavljamo na podlagi fizioloških učinkov, ki naj bi jih imelo ogrevanje z vibracijsko stimulacijo, posledica katere naj bi bila povečana mišična aktivacija, ki omogoča zmožnost razviti večjo silo za odziv, torej večjo eksplozivnost (Wilcock idr., 2009).

H2: Enkratno ogrevanje s pomočjo vibracijske plošče vpliva na čas pretečene razdalje pri mladostnikih, tekli bodo hitreje.

Hipotezo predpostavljamo na podlagi raziskav, ki opredeljujejo vibracijsko stimulacijo kot pomemben faktor aktivacije mišic, kar vpliva na njihovo delovanje in skrajša čas, ki ga potrebujejo za pretek določene razdalje-višja hitrost (Zacharogiannis idr., 2007).

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Vibracijske plošče

2.1.1 Vibracijske plošče in njihovo delovanje

Vibracijske plošče so vibracijske vadbene naprave, ki preko sproščanja vibracij prenašata mehanske tresljaje na telo uporabnika. Ponavadi je to naprava z ravno, plosko površino, na kateri uporabnik med ogrevanjem stoji, sedi ali leži. Naprava z pomočjo intervalov oddajanja različnih frekvenc doseže nihanje ter prenos tresljaja na telo, kar povzroča krčenje in sproščanje mišic. Plošča je lahko nastavljena na različne frekvence in amplitude, od katerih je odvisna intenzivnost vadbe (Levine, 2024).



Slika 1: Vibracijske plošče (vir: <https://bit.ly/3ErIGRr>)

2.1.2 Vpliv vadbe na vibracijski plošči na telo uporabnika

Vadba imenovana “Celotelesna vibracijska vadba” ang. Whole-body vibration training (WBVT) je način vadbe, kjer se za le-to uporablja vibracijska stimulacija, najpogosteje s pomočjo vibracijske plošče. Raziskave kažejo, da ima WBVT pozitivne učinke na vse organe človeškega telesa, kot so izboljšanje moči, ravnotežja, funkcionalne gibljivosti, kakovosti življenja, zmanjšanje vnosa kisika, pa tudi povečanje pretoka krvi in deleža telesne maščobe, mineralne gostote kosti, kardiopulmonalno funkcijo in vaskularno funkcijo pri starejših odraslih (Nam-Gyu Jo, 2021).

2.2 Ogrevanje v vadbi

2.2.1 Ogrevanje

Izraz ogrevanje v športu je opredeljen kot obdobje pripravljalne vaje za izboljšanje nadaljnjih tekmovalnih ali vadbene zmogljivosti. Tradicionalni pristop k ogrevanju običajno zajema krajše obdobje nizko intenzivne aerobne vadbe, ki ji sledijo raztezne vaje in aktivnosti, prilagojene specifičnim zahtevam posameznega športa (Fradkin, Zazryn in Smoliga, 2010). Splošni namen ogrevanja pred vadbo je povečati prožnost mišic in kit, spodbuditi pretok krvi na periferijo, povečati telesno temperaturo mišic in izboljšati svobodno, usklajeno gibanje (Smith, 1994).

2.3 Hitrost in eksplozivnost

2.3.1 Opredelitev hitrosti in eksplozivnosti

Hitrost je sposobnost telesa, da v čim krajšem času izvede določeno gibanje ali serijo gibov. Na podlagi raziskav Wanga idr. (2022) lahko hitrost definiramo kot rezultat:

1. Izboljšane nevromuskularne aktivacije

Celotelesna vibracijska vadba stimulira večjo rekrutacijo motoričnih enot, kar vodi k hitrejšim odzivom mišic. Tako mišice hitreje razvijejo moč in sposobnost hitreje reagirati na zunanje dražljaje. To neposredno vpliva na hitrost.

0. Učinkovitosti nevromuskularnih poti

Celotelesna vibracijska vadba izboljšuje sinhronizacijo med mišicami in živčnimi dražljaji, kar omogoča natančno in hitro izvedbo gibov. Posledično je hitrost gibanja večja zaradi boljše usklajenosti in koordinacije med mišicami.

Eksplozivnost je sposobnost telesa, da ustvari veliko silo v zelo kratkem času, kar je ključno pri hitrih in intenzivnih gibih, kot so skoki, sunkoviti gibi. Ponovno lahko na podlagi raziskav Wanga idr. (2022) eksplozivnost opredelimo z:

1. Hitrostjo razvoja sile (ang. RFD - Rate of Force Development)

Celotelesna vibracijska vadba povzroča izboljšano aktivacijo hitrih mišičnih vlakna (tip II), ki so ključna za ustvarjanje eksplozivne sile. Ravno ta zmožnost hitro razviti največjo silo je osrednja značilnost eksplozivnosti.

0. Refleksnim odzivom mišic

Vibracije aktivirajo tonični vibracijski refleks, ki pospešuje aktivacijo mišičnih vlaken samih in izboljšajo sposobnost hitrega generiranja sile.

0. Povečano močjo spodnjih okončin

Raziskava poudarja, kako celotelesna vibracijska vadba izboljša mišično moč spodnjih okončin, kar je neposredno povezano z eksplozivnimi gibi, torej skoki in sunki.

2.3.2 Povezava med hitrostjo in eksplozivnostjo

Na podlagi raziskav Wanga idr. (2022) lahko najprej brez upoštevanja vpliva vibracij opredelimo povezavo med hitrostjo in eksplozivnostjo mišic.

Eksplozivnost je temelj za doseg velike hitrosti. Vključuje sposobnost mišic, da hitro razvijejo veliko silo (RFD), kar je za začetni zagon gibanja ključnega pomena. Brez močnega eksplozivnega začetka telo ne more hitro doseči maksimalne hitrosti. Močnejša eksplozivnost hkrati tudi omogoča hitrejše prehode med posameznimi fazami gibanja (npr. pospeševanja pri šprintu).

Eksplozivnost tako dojamemo kot osnovo za hitrost, hitrost pa kot rezultat eksplozivnosti.

Hitrost je izraz eksplozivne moči v dinamičnem gibanju. Ko telo začne določeno gibanje, sta potrebni nevromuskularna sinhronizacija in usklajenost, da se vzdržuje in pospešuje gibanje. Večja eksplozivnost omogoči boljšo začetno fazo gibanja, kar vodi k višji hitrosti.

Hkrati višja in močnejša eksplozivnost izboljšuje mišične kontrakcije ter skrajša reakcijski čas, kar poveča frekvenco gibov.

Vse to skupaj pomeni, da je hitrost neposreden rezultat eksplozivnih mišic in njihove učinkovitosti pri ponavljajočem se gibanju.

Eksplozivnost in hitrost imata skupne fiziološke osnove. Obe sta odvisni od sposobnosti nevromuskularnega sistema hitro uskladiti rekrutacijo motoričnih enot. Boljša sinhronizacija in rekrutacija hitrih vlaken (tipa II) omogočata večjo eksplozivnost in višjo hitrost.

Ključni dejavnik za obe lastnosti je tudi hitrost razvoja sile (RFD). Višji kot je, hitrejša je proizvodnja sile, kar je ključ tako za eksplozivne kot tudi hitre gibe. Obe lastnosti uporabljata podobne nevromuskularne poti, kjer se mišice odzivajo na impulze, ki jih vzburijo in omogočijo delovanje. Izboljšanje ene lastnosti tako pogosto pozitivno vpliva na drugo.

Eksplozivnost ustvarja začetni zagon, hitrost pa to moč izraža skozi daljše in ponavljajoče se gibe.

2.4 Vpliv vibracij na hitrost in eksplozivnost

Vibracije celotnega telesa, ki jih povzroča vibracijska plošča, predstavljajo nov način treninga, nevromuskularno metodo aktivacije mišic, zaradi česar se posledično izboljšuje mišična moč, hitrost in eksplozivnost (Rubin in McLeod, [1994](#); Torvinen idr. [2002a](#)).

Med izvajanjem vaj na vibracijski plošči se po telesu prenesejo sinusoidne vibracije različnih frekvenc-te so odvisne od nastavitve naprave. Vibracije stimulirajo senzorične receptorje, aktivirajo motorične nevrone in povzročajo hitrejše krčitve mišic, kar izboljša njihovo pripravljenost ter delovanje. Različne študije so odkrile pomembno začasno povečanje moči in eksplozivnosti mišic v rokah ter spodnjem delu telesa že po prvi izvedbi vaj na vibracijski plošči, medtem ko se je pa po desetdnevnem rednem izvajanju pri frekvenci 26 Hz eksplozivna moč mišic izrazito povečala (Bosco idr., 1999a, 1999b, 1998).

Med raziskovanjem posledic uporabe vibracijske plošče so v eni izmed študij dokazali, da je prag za aktivacijo motoričnih enot v mišicah med delovanjem vibracij nižji, zaradi česar se

posledično le te hitreje aktivirajo, ker ni potrebe po doseganju in preseganju načeloma visokega praga za zaznavo signalov in pričetka delovanja (Romaiguere idr., 1993). Optimalna vzburjenost motoričnih nevronov in aktivacija hitrih mišičnih vlaken sta dva odločilna faktorja za uspešno izveden šprint (Delecluse, 1997).

Kljub trditvam o izboljšanju hitrosti in tako pričakujoč hitrejšega šprinta, se rezultati po uporabi vibracijske plošče ne spremenijo izraziteje. To potrjujejo študije Crochana (2004), kjer so izvedli 9 treningov na vibracijski plošči, ki so vključevali 5 vaj, vsaka se je izvedla dvakrat po eno minuto, skupaj deset minut in meritve na 5, 10 in 20m šprinta. Izboljšav v rezultatih niso opazili. Njihova odkritja dodatno podpre raziskava Deleclusa (2005), kjer so testiranci trenirali 5 tednov, izvedli 6 statičnih in dinamičnih vaj, ki so trajale 9-18 min s tremi ponovitvami po 30/60s. Izmerjeni so bili v šprintu na 30m, vendar izboljšave po 6 tednih treningov na končnem testiranju niso bile opažene.

Glede na pregledane študije lahko zaključimo, da vibracije do neke mere vzbudijo in aktivirajo mišične nevrone, kar stimulira samo mišico in jo dobro pripravi na izvajanje gibov. Izboljšave zaradi uporabe se kažejo v višjih skokih, ne pa tudi v hitrejših šprintih, zato je imajo vibracije največ vpliva na eksplozivnost mišic.

Hitrost posameznika je bolj gensko pogojena, saj je odvisna od zgradbe naših skeletnih mišic. Te sestavljata dva različna tipa mišičnih vlaken-počasna oz. oksidativna vlakna ter hitra mišična vlakna. Počasna vlakna se krčijo bolj počasi in zato dlje časa delujejo brez, da bi se utrudila. Sodelujejo pri vzdržljivostnih treningih, npr. daljših tekah. Hitra vlakna delujejo ravno nasprotno, hitreje se krčijo in tudi hitreje utrudijo, so pa bolj uporabna pri večjih naporih, izzovejo več mišične moči. Količina določenih vlaken je odvisna od gena, imenovanega ACTN3. Ta nosi informacije za proizvodnjo proteina alfa-aktinina-3, ki je eden izmed glavnih gradnikov hitro krčljivih mišičnih vlaken. Različica tega gena, R577X, vodi do proizvodnje abnormalne, krajše oblike proteina alfa-aktinina-3, ki se hitreje razgrajuje in ne predstavlja stabilnega gradnika v mišičnih vlaknih. Posledično imajo posamezniki, pri katerih se ta različica bolj izrazi, primanjkljaj ali pa popolno odsotnost proteina alfa-aktinina-3, zaradi česar je v mišicah veliko bolj povečana količina počasnih oz. oksidativnih vlaken. Ti posamezniki zato niso telesno sposobni pridobiti na hitrosti, kljub treningom, vibracijam in podobnih rešitvah (Ahmetov II idr., 2016).

2.4.1 Povečana aktivacija hitrih mišičnih vlaken

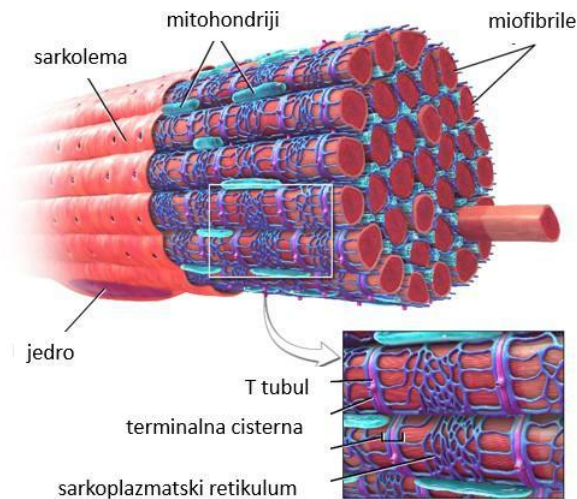
Hitra mišična vlakna (tip II) so sposobna hitrih kontrakcij in intenzivnosti. Terapija z uporabo vibracijske plošče z vibracijami preko celotnega telesa stimulira mišice in poveča njihovo aktivacijo na več načinov.

Prvi je tonični vibracijski refleks (TVR), kjer se zaradi vibracij stimulirajo mišična vretena, kar povzroča refleksne kontrakcije mišic. S tem se povečuje pridobivanje oz. rekrutacija motoričnih enot, hkrati se pa sinhronizira mišična aktivnost. Tako se izboljšuje sposobnost aktivacije mišic.

Naslednji je mehanizem prilagajanja mišic, kjer lahko vibracije dojememo kot spodbujevalni dejavnik prilagoditve njihove togosti, da se zmanjša učinek resonance - pojava, kjer zunanja vibracija sovpada z naravno frekvenco mišičnih tkiv. Če je frekvenca vibracije podobna naravni frekvenci mišice, lahko povzroči intenzivnejši odziv, kar vodi do povečane aktivnosti in obremenitve mišice, saj si mišice prizadevajo nadzorovati in zmanjšati vibracijsko energijo. Mišična resonanca tako deluje kot sprožilec za povečan nevromuskularni odziv in izboljšano delovanje mišic med in po terapiji z vibracijsko ploščo.

Zaradi vibracij in hitrejših mišičnih kontrakcij tudi kri kroži hitreje skozi žile v mišicah. Izboljšana prekrvavitev pomeni več prejetega kisika v mišične celice, dotok večih hranil in boljše izločanje odpadnih snovi iz celic, predvsem mlečne kisline. Tako se poveča zmogljivost mišic, ker imajo hitreje omogočen dostop do več energije, pospešen je proces regeneracije oz. obnove mišičnih vlaken, ki se med naporno vadbo lahko pretrgajo ter prepreka utrujenosti mišic, saj se mlečna kislina hitreje izloča, kar pa omogoča daljšo mišično aktivnost brez občutka nelagodja.

Preko vseh teh mehanizmov se z vibracijo celotnega telesa aktivnost in stimuliranost mišičnih vlaken lahko povečujeta.

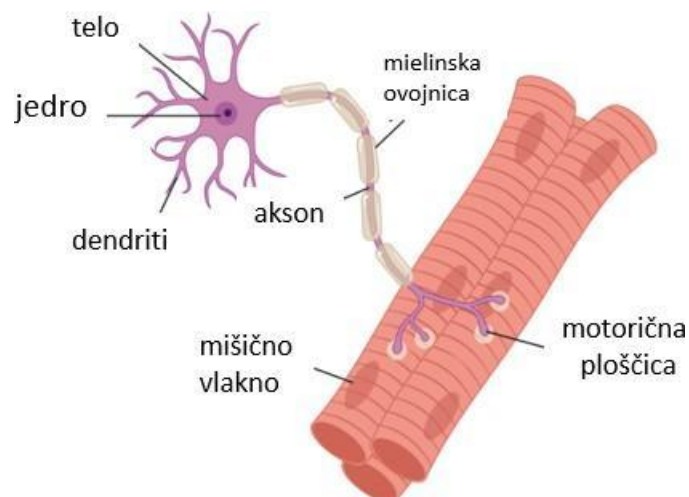


Slika 2: Sestava mišičnega vlakna (vir: <https://bit.ly/40N0kGJ>)

2.4.2 Živčno-mišične povezave

Osnovno funkcionalno enoto živčno mišičnih povezav sestavljajo motorični nevron ter skupek mišičnih vlaken, ki jih ta nevron oživčuje. Kjer se stikata živčni končič motoričnega nevrona in mišična sarkomera, imenujemo motorična ploščica. Glede na tip živčevja razlikujemo motorične nevrone na tri tipe (Burke, 1973):

- Skeletomotorični nevroni (α -motonevroni): oživčujejo ektrafuzalna oz. kontraktilna mišična vlakna
- Fuzimotorični nevroni (γ -motonevroni): oživčujejo intrafuzalna oz. senzorična mišična vlakna
- Skeletofuzimotorični nevroni (β -motonevroni): oživčujejo oba navedena tipa vlaken



Slika 3: Povezava motoričnih nevronom z skeletnimi mišicami (vir: <https://bit.ly/4aQEcZP>)

Mišice delujejo po teoriji drsečih filamentov, kjer aktinski in miozinski filamenti omogočajo krčenje. Nevroni oživčujejo mišice prek motorične ploščice, kjer se prek sinaptične špranje sprošča acetilholin. Ta povzroči električni impulz, ki iz sarkoplazemskega retikla sprosti kalcijeve ione. Ti omogočajo drsenje filamentov, kar povzroči krčenje mišice.

Krčenje skeletnih mišic uravnava gibalna živčna vlakna prek motoričnih ploščic. Ena motorična enota vključuje živčno vlakno in mišična vlakna, ki jih vzburi. Več aktiviranih motoričnih enot pomeni večjo moč, hitrost in eksplozivnost giba, kar je odvisno tudi od frekvence živčnih impulzov.

Vibracije delujejo podobno kot živčni impulzi, saj stimulirajo nevromuskularni sistem in sprožajo tonični vibracijski refleks (TVR), kar povzroča mišične kontrakcije. S tem se povečuje rekrutacija motoričnih enot, mišična moč in zmogljivost ter nevroplastičnost. Glavna razlika je, da električni signali prenašajo informacije prek nevronov, medtem ko vibracije delujejo kot zunanji dražljaj, ki sproži refleksne in mehanske odzive mišic. Uporabimo jih lahko kot orodje za dopolnjevanje in izboljšanje nevromuskularne funkcije (Lipovšek, Weber, Jakovljević, 2016).

3 METODOLOGIJA DELA

3.1 Preiskovani vzorec

Testirali smo 52 dijakov in dijakinj, starih med 17 in 19 let, med katerimi se ni noben redno ukvarjal s športom in ni bil vključen v trenažni proces, kjer bi šport treniral več kot 3-krat na teden. Pred izvedbo niso imeli obilnejšega obroka, niso pili kave ali kakršnih koli poživitvenih pijač, ki bi lahko pripomogle k boljšim rezultatom. Testiranje smo izvedli v dopoldanskem času v šolski telovadnici. Vsi dijaki so k testiranju pristopili prostovoljno in podpisali soglasje za sodelovanje in obravnavo rezultatov v raziskovalni namen.

3.2 Uporabljeni pripomočki

- Vibracijsko napravo Master Sport G3 (Master Sport)
- Fotocelice
- Merilna podlaga za skok v daljino
- Metrski trak za merjenje razdalje proge za šprint



Slika 4: Vibracijska plošča Master Sport G3

(vir: <https://bit.ly/4hPaLAI>)



Slika 5: Merilni trak

(vir:

<https://bit.ly/4hsxse8>)



Slika 6: Merilna podlaga za skok v daljino

(vir: lasten)



Slika 7: Fotocelice Brower Timing Sytem (vir: lasten)

3.3 Ogrevalni proces

Dijaki so se najprej ogreli brez vibracijske plošče ter takoj po ogrevanju bili testirani. Ogrevanje so brez plošče izvedli enkrat. Po preteku vsaj 10 dni, s čimer smo onemogočili dejavnik učenja so dijaki enako ogrevanje izvedli še na vibracijski plošči nakar je sledilo testiranje. Tudi ogrevanje na vibracijski plošči je vsak dijak izvedel samo enkrat.

3.3.1 Ogrevanje z vibracijsko ploščo

Vsak dijak je na vibracijski plošči izvedel enake vaje kot pri ogrevanju brez plošče v razponu 5 minut z enako obsežnimi ponovitvami. Stopnja intenzivnosti vibracij se je intervalno večala. Dijaki so najprej začeli z stopnjo 59 nato pa se je intenzivnost vsako minuto povečala za 10. Torej 1 minuta vaj je bila opravljena na stopnji 59, druga na 69, tretja 79, četrta na 89 in zadnja, 5 minuta na najvišji stopnji, ki jo naprava omogoča, 99. Mladostniki so na plošči izvajali naslednje vaje:

- 3x10 počepov



Slika 8: Vaja - počepi na vibracijski plošči (vir: lasten)

- 3x10 dvigov na prste nog



Slika 9: Vaja – dvigovanje na prste nog na vibracijski plošči (vir: lasten)

- 3x10 počepov z dvigom kolena



Slika 10: Vaja – počep z dvigom kolena na vibracijski plošči (vir: lasten)

- 3 x 10 manjših poskokov



Slika 11: Vaja - manjši poskoki na vibracijski plošči (vir: lasten)

3.3.2 Ogrevanje brez vibracijske plošče

Vsi dijaki so najprej izvedli testiranja z ogrevanjem brez plošče. V sklopu ogrevanja, ki je za vsakega posameznika trajalo 5 minut, so izvedli enake vaje kot na vibracijski plošči torej:

- 3x10 počepov
- 3x10 dvigov na prste nog

- 3x10 počepov z dvigom kolena
- 3x10 manjših poskokov

3.4 Merjenje eksplozivnosti in hitrosti

3.4.1 Merjenje šprinta

Merjenje šprinta je bilo izvedeno kot metoda za oceno hitrosti dijakov, pri čemer je bila meritev osredotočena na njihovo maksimalno hitrost. Postopek je bil zasnovan tako, da je izključil vplive, kot sta začetno pospeševanje in ustavljanje, ter se osredotočil na sposobnost dijakov doseči in vzdrževati najvišjo hitrost. Uporaba preciznih merilnih naprav je zagotovila zanesljivost rezultatov in omogočila natančno analizo hitrosti.

Merjenje je potekalo na vnaprej načrtovani progi dolžine 20 metrov, pripravljeni pred začetkom testiranja. Čas šprinta je bil izmerjen na odseku med 5. in 15. metrom, kar ustreza razdalji 10 metrov, torej po principu letečega starta. Namen tega pristopa je bil oceniti maksimalno hitrost, ki so jo dijaki dosegli brez vpliva začetnega pospeševanja oz. pridobivanja hitrosti in ustavljanja. Za natančno merjenje so bile uporabljene fotocelice, strateško postavljene na 5. in 15. meter proge, kar je zagotovilo zanesljivost in natančnost podatkov. Vsak testiranec je progo pretekel dvakrat za večjo zanesljivost rezultatov, kjer je bil pri beleženju upoštevan najhitrejši čas.



Slika 12: Proga za merjenje časa šprinta s fotocelicami (vir: lasten)



Slika 13: Proga za merjenje šprinta (vir: lasten)



Slika 14: Postavitev fotocelic za merjenje časa šprinta (vir: lasten)

3.4.2 Merjenje skoka v daljino

Skok v daljino je bil uporabljen kot meritev eksplozivnosti, saj ta disciplina zahteva hitro generacijo moči in hitrosti v zelo kratkem času. S tem testom smo ocenili sposobnost dijakov, da hitro mobilizirajo svojo mišično moč za doseg največje razdalje.

Dolžino skoka v daljino je bila izmerjena pomočjo merilne podlage za skok v daljino, na kateri so natančno označene dolžine do 310cm. Testiranci so se postavili na startno črto in skok ponovili dvakrat, za zanesljivejše rezultate. Pri rezultatih smo upoštevali najboljše doseženega.



Slika 15: Merjenje skoka v daljino (vir: lasten)

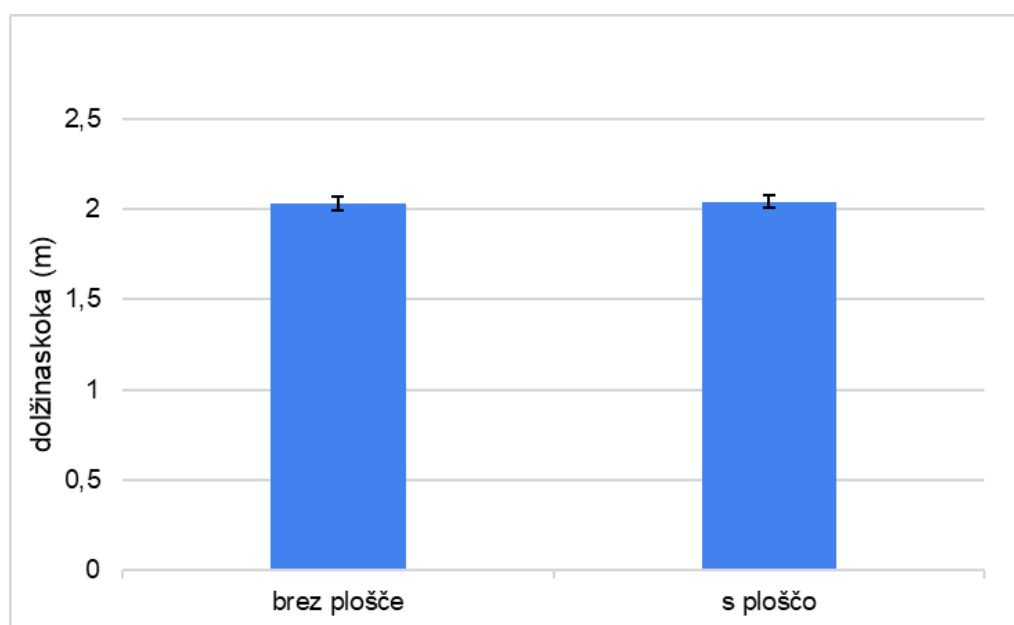
Vse pridobljene podatke smo obdelali in grafično predstavili s programom Excel. Izračunali smo povprečje, standardno deviacijo ter T test za primerjavo povprečij dveh skupin in preverjanje, ali so razlike med njimi statistično značilne.

4 REZULTATI

Spodnja tabela prikazuje povprečne vrednosti dolžin skoka v daljino pri ogrevanju brez in z vibracijsko ploščo ter doseženo povprečno hitrost pri šprintih z ogrevanjem brez in z vibracijsko ploščo. Rezultati vseh meritev so prikazani v prilogi (Priloga 1).

Tabela 1: Povprečni rezultati testiranja skoka v daljino in šprinta z ogrevanjem brez/z vibracijsko ploščo

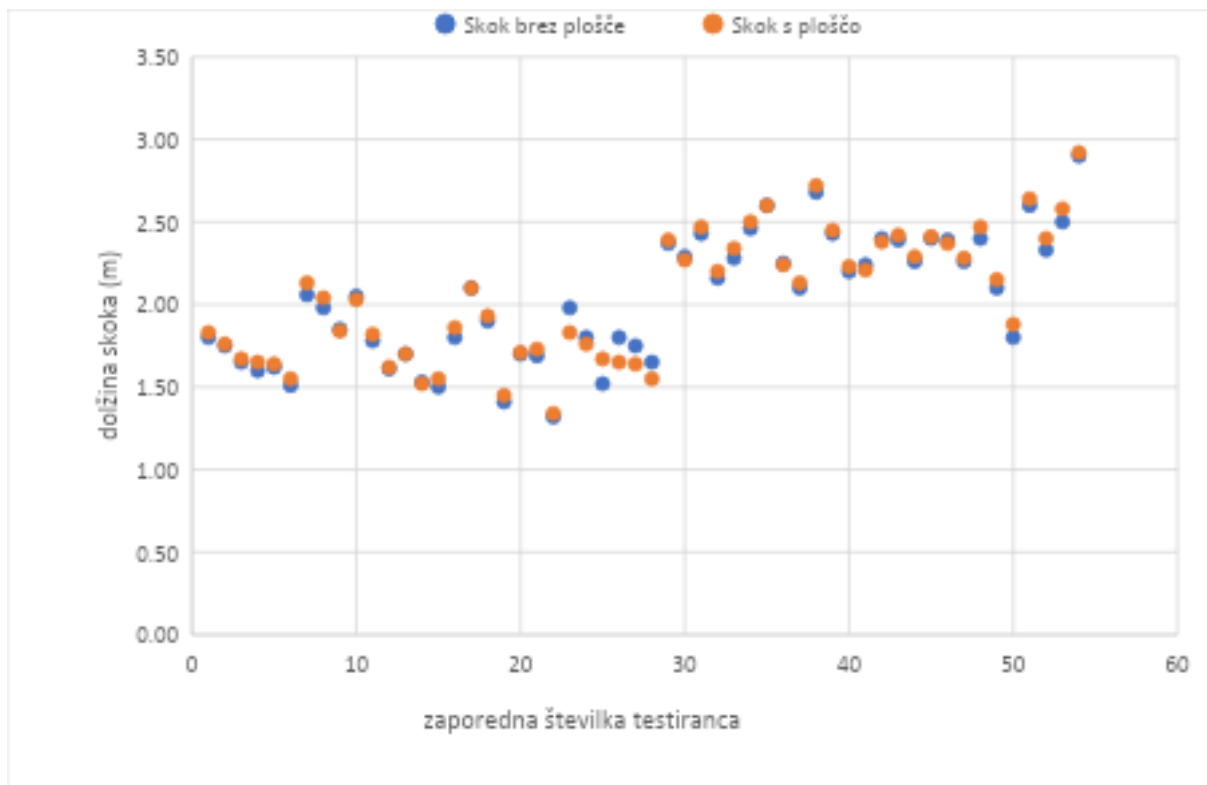
Testiranje	Dolžina skoka (m)		Čas šprinta (s/10m)	
	ogrevanje brez plošče	ogrevanje s ploščo	ogrevanje brez plošče	ogrevanje s ploščo
Povprečje	2,03	2,04	1,60	1,62
Standardni odklon	0,372	0,374	0,168	0,171



Graf 1: Povprečne vrednosti dolžin skoka v daljino pri ogrevanju brez in pri ogrevanju z vibracijsko ploščo.

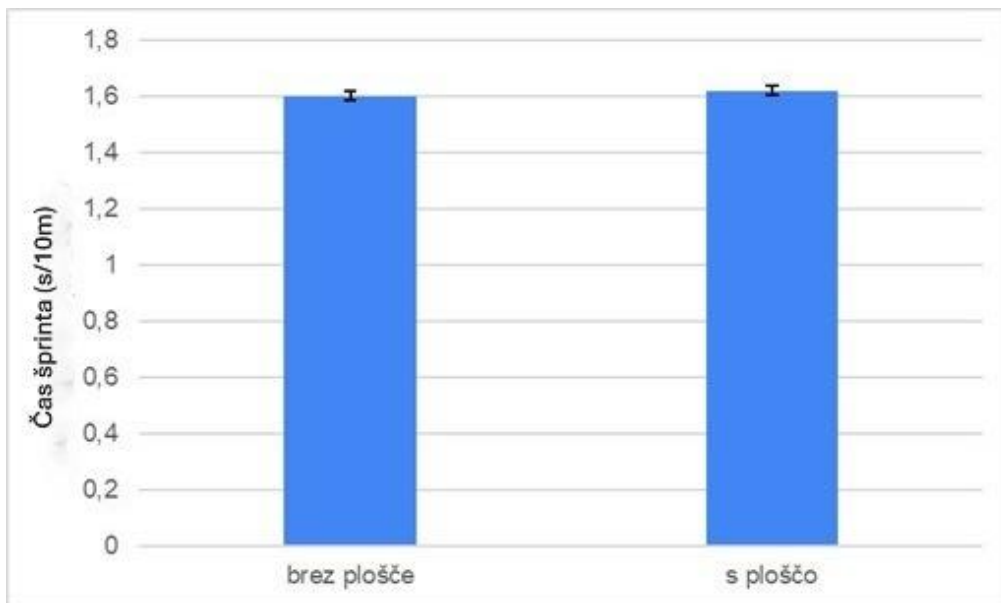
Graf prikazuje povprečne vrednosti dolžine skoka (v metrih), ki so jih testiranci dosegli pri ogrevanju brez in pri ogrevanju z vibracijsko ploščo.

Pri ogrevanju z vibracijsko ploščo so dijaki dosegali večje dolžine skoka, razlike so statistično pomembne ($p < 0,05$). To nakazuje, da je vibracijska plošča imela pozitiven učinek na izboljšanje skoka v daljino.



Graf :Razpršene vrednosti povprečnih dolžin skoka testirancev pri ogrevanju brez ali pri ogrevanju z vibracijsko ploščo.

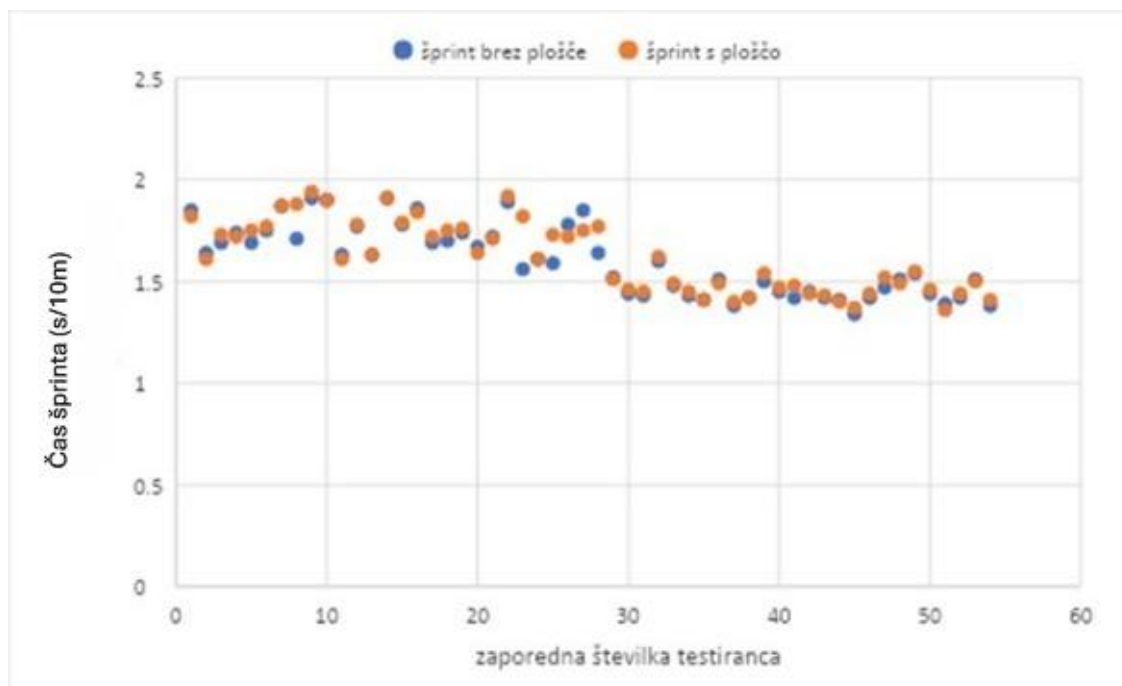
Graf prikazuje posamezne meritve dolžine skoka brez in z vibracijsko ploščo. Viden je trend večjih dolžin skoka po uporabi vibracijske plošče.



Graf 3: Povprečno doseženi časi šprinta pri ogrevanju brez in pri ogrevanju z vibracijsko ploščo

Iz zgornjega grafa so razvidne povprečne dosežene vrednosti časa hitrosti (enota s/10m) testirancev pri šprintu z ogrevanjem brez ali z ogrevanjem z vibracijsko ploščo.

Po ogrevanju z vibracijsko ploščo so testiranci v povprečju dosegli manjšo hitrost teka kot pri ogrevanju brez plošče, tekli so dlje časa, razlike so bile statistično pomembne ($p < 0,05$).



Graf 4. Razpršene vrednosti povprečno doseženega časa v šprintu testirancev pri ogrevanju brez ali pri ogrevanju z vibracijsko ploščo

Graf prikazuje posamezne meritve časa hitrosti šprinta z enoto s/10m, brez in z ogrevanjem na vibracijski plošči. Viden je trend nižjih doseženih hitrosti po uporabi vibracijske plošče.

Za dodaten prikaz rezultatov smo izračunali tudi povprečja doseženih rezultatov testiranih fantov in deklet.

Tabela 2: Povprečni rezultati dolžin skokov in šprinta fantov in deklet pri ogrevanju z ali brez vibracijske plošče

Testiranje	Dolžina skoka (m)		Čas šprinta (s/10m)	
	ogrevanje brez plošče	ogrevanje s ploščo	ogrevanje brez plošče	ogrevanje s ploščo
Povprečje fantov	2,33	2,35	1,46	1,47
Povprečje deklet	1,73	1,73	1,74	1,76

V tabeli so prikazani povprečni doseženi rezultati vseh fantov in deklet pri skoku in šprintu po ogrevanju brez ali z vibracijsko ploščo, za dodatno primerjavo. Podatki niso statistično obdelani, namenjeni so le kot dodatna zanimivost in primer izboljšave naloge, kjer bi lahko primerjali rezultate med spoloma.

5 RAZPRAVA

Merjenje dolžine skoka v daljino po ogrevanju z vibracijsko ploščo in po ogrevanju brez nje smo uporabili kot test, ali ogrevanje na plošči vpliva na eksplozivnost. To smo predpostavili po definiciji, da je eksplozivnost sposobnost telesa, da ustvari veliko silo v zelo kratkem času, kar je ključno pri hitrih in intenzivnih gibih, kot so skoki in sunkoviti gibi na podlagi dosedanjih raziskav Wanga idr., 2022.

Predpostavili smo, da bo ogrevanje na vibracijski plošči pozitivno vplivalo na rezultate skoka v daljino in sicer, da bodo rezultati v povprečju boljši od rezultatov izmerjenih po ogrevanju brez vibracijske plošče.

Pridobljeni rezultati potrjujejo prvo hipotezo. Testiranci so po ogrevanju z vibracijsko ploščo dosegli izboljšanje pri skoku v daljino, dosegali so večje dolžine. Razlike so sicer majhne, a statistično pomembne ($p < 0,05$). Ta ugotovitev je skladna s teorijo, ki navaja, da vibracijsko ogrevanje pozitivno vpliva na eksplozivnost mišic zaradi izboljšane hitrosti razvoja sile (RFD), aktivacije hitrih mišičnih vlaken (tipa II) ter povečane moči spodnjih okončin (Wang idr., 2022). Vibracije sprožajo tonični vibracijski refleks (TVR), ki povečuje rekrutacijo motoričnih enot, kar vodi v učinkovitejše generiranje sile in posledično boljši odziv pri skoku (Bosco idr., 1998, 1999a).

Merjenje hitrosti šprinta smo uporabili kot test, da bi lahko ocenili, ali ogrevanje na vibracijski plošči pozitivno vpliva na hitrost šprinta na razdalji 20m, kjer je bilo izmerjenih 10m šprinta maksimalne hitrosti na podlagi meritev z letečim startom. Ogrevanje na plošči je na čas šprinta pri 57,42% testirancev vplivalo negativno, saj se je čas teka po uporabi vibracijske plošče nekoliko zmanjšal (za 0,02 s/10m), pri čemer je bil učinek statistično pomemben, $p < 0,05$, a negativen. Posledica tega je lahko tudi nezadostna regeneracija mišic pred opravljanjem samega preizkusa šprinta. Možni razlogi za to so predhodna mišična utrujenost, ki je lahko posledica preintenzivnih vibracij na telo in lahko zmanjša hitrost mišičnih kontrakcij (Maffiuletti NA, 2013). Premalo časa za prilagoditev lahko onemogočilo telesu pripravljenost na maksimalen napor saj je testiranje potekalo v okviru največ treh minut po končanem ogrevanju na vibracijski plošči. Vibracije vplivajo na aktivacijo motoričnih enot v mišicah. Če so mišice preveč stimulirane ali utrujene, lahko pride do manjše živčno-mišične učinkovitosti, kar pomeni slabši nadzor nad hitrimi gibi, kot je šprint. Prisotno je bilo lahko tudi nepravilno ravnovesje med sprostitvijo in aktivacijo. Vibracijska

plošča lahko preveč sprosti mišice, ne da bi hkrati zagotovila ustrezno eksplozivno aktivacijo, ki je ključna za šprint.

Pri 22,2 % testirancev je bil rezultat šprinta po ogrevanju boljši. Na podlagi raziskave Giorosa (2007) trening lahko vpliva na vidike, kot sta eksplozivnost in vzdržljivost, medtem ko obstaja možnost, da so izboljšave hitrosti bolj omejene z dejavniki, kot so sestava mišičnih vlaken posameznika, elastičnost kit in splošna biomehanika, ki so v veliki meri genetsko določeni. Opažamo, da se kljub drugačnemu pristopu k ogrevanju, v našem primeru z ogrevanjem na vibracijski plošči, hitrost pri pri večjem deležu testirancev z ni pozitivno spremenila zato drugo hipotezo ovržemo. Rezultate lahko zagovarjamo tudi na podlagi raziskav Ahmetova II (2016), katerega ugotovitve sovpadajo z raziskavo Giorosa (2007), kjer je opisano, da je hitrost večinoma gensko pogojena in lahko nanjo s treningom in različnimi ogrevanji vplivamo le delno. Ugotovljeno je, da je količina določenih vlaken, ki pogojujejo hitrost odvisna od gena, imenovanega ACTN3, nosilca informacij za proizvodnjo proteina alfa-aktinina-3, enega izmed pomembnejših gradnikov hitro krčljivih mišičnih vlaken. Ta omogočajo večjo črpanje večje mišične moči pri naporih, kar pri šprintu pomeni hitrejši tek. Pri nekaterih posameznikih lahko različica tega gena, imenovana R577X, proizvaja krajše oblike proteina alfa-aktinina-3, ki se hitreje razgrajuje in ne predstavlja stabilnega gradnika v mišičnih vlaknih. Zato je proteina alfa-aktinina-3 pri takih posameznikih v primanjkljaju ali pa je odsoten, kar onemogoča vplivanje na hitrost z različnimi prilagoditvami, v našem primeru vibracijami med ogrevanjem.

Nekateri posamezniki imajo lahko naravno hitrejša vlakna (vlakna tipa IIb), ki bolj prispevajo k hitrosti in hitremu pospeševanju, medtem ko imajo drugi lahko večji delež vzdržljivostno usmerjenih vlaken (tip I), zaradi česar so manj eksplozivni, vendar bolj primerni za trajno aktivnost. Skratka, medtem ko lahko WBV in druge tehnike treninga izboljšajo določene vidike zmogljivosti, kot je eksplozivnost, imajo lahko manj vpliva na največjo hitrost, ki jo posameznik lahko doseže, še posebej, če njihove genetske predispozicije omejujejo določene značilnosti.

Pomembno je izpostaviti, da so se najprej izvajale meritve po ogrevanju brez vibracijske plošče, nato pa meritve po ogrevanju z vibracijsko ploščo po preteku vsaj 10 dni, s čimer je bil onemogočen dejavnik učenja in njegov vpliv na rezultate drugih meritev, saj je vsak testiranec opravljal ogrevanje brez plošče in z njo. Učni učinek se nanaša na izboljšanje

zmogljivosti zaradi ponavljajoče se prakse ali prilagoditve na določeno nalogo, ne glede na specifične dejavnike, kot je uporaba vibracijske plošče (Peternelj 2006). To pomeni, da lahko posamezniki izboljšajo svoje rezultate preprosto zaradi ponavljajočih se poskusov ali zaradi prilagoditve na testne pogoje, ne pa nujno zaradi same dejavnosti vibracij. Potrebno bi bilo tudi naključno izvajati ogrevanje in meritve pri nekaterih testirancih, najprej ogrevanje brez plošče in nato z njo in obratno. Zaradi časovnih in organizacijskih omejitev pri izvedbi testiranja tega nismo mogli izvesti. Možne so torej različne izboljšave.

Prikazani so tudi rezultati povprečij za fante in dekleta posebej. Razlik v rezultatih med spoloma statistično obdelali zaradi premajhnega vzorca. Z večjim številom sodelujočih mladostnikov posameznih spolov, bi lahko podatke statistično obdelali in ustrezno ovrednotili.

Zavedati se pa moramo tudi omejitev naše raziskave. Kot poroča Giorgos (2007), bi z večjim številom testirancev rezultati bili bolj zanesljivi, tudi dolgoročno redno treniranje z ogrevanjem na vibracijski plošči bi lahko prineslo drugačne rezultate. V prihodnjih raziskavah bi lahko upoštevali tudi variabilnost v kondicijski pripravljenosti in telesnih sposobnostih posameznih testirancev. Testiranje hitrosti bi lahko izvedli z večjim zamikom med ogrevanjem na vibracijski plošči in dejanskim testiranjem, saj bi lahko vibracije vplivale na zakasnitev mišične regeneracije, kar pomeni, da bi to lahko bil eden izmed dejavnikov za povprečno slabše čase pri merjenju šprinta po ogrevanju na vibracijski plošči. Upoštevati je treba tudi, da je testiranje potekalo samo z eno vrsto vibracijske naprave Master Sport G3 in da se vibracijske plošče in naprave med seboj razlikujejo, kar dodaja možnost za spremembe pri rezultatih izvajanja ogrevanja na različnih znamkah in vrstah naprave.

Omeniti je treba tudi dejavnik motivacije, ki ima v športu pomembno vlogo in lahko vpliva na testirance. Če so se dijaki skozi testiranje postopoma bolj prilagodili na protokol, so morda v kasnejših poskusih vložili več truda ali se boljše psihološko pripravili na nalogo. To bi lahko vplivalo na rezultate, ne glede na vibracijsko ploščo.

6 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Družbena odgovornost te raziskave je v tem, da preizkusimo, ali tehnologija vibracijskih plošč dejansko izpolnjuje obljube, ki jih trženje pogosto izpostavlja, ali pa gre zgolj za marketinške trike. V svetu, kjer so naprave in tehnologije za izboljšanje telesne pripravljenosti vedno bolj prisotne, je odgovornost raziskovalcev, da objektivno preučijo njihovo učinkovitost in uporabnost. Številni trgi, predvsem v industriji fitnesa in rehabilitacije, pogosto promovirajo nove tehnologije, vendar so rezultati, ki jih obljublajo, včasih neupravičeni in brez konkretnih znanstvenih dokazov. Z izvedbo te raziskave želimo zagotoviti, da uporabniki ne bodo nasedli marketinškim obljubam, temveč bodo imeli dostop do preverjenih informacij, ki jim bodo omogočile informirane odločitve glede uporabe teh naprav.

7 ZAKLJUČEK IN SKLEPI

Raziskava je proučevala vpliv vibracijske stimulacije preko vibracijske plošče na eksplozivnost mišic in hitrost teka. Glede na pridobljene rezultate lahko potrdimo, da vibracije pozitivno vplivajo na eksplozivnost, saj so testiranci dosegli statistično značilno izboljšanje skoka v daljino. Vibracije torej spodbujajo večjo aktivacijo hitrih mišičnih vlaken in posledično sposobnost hitre in močne mišične kontrakcije, kar je ključno pri eksplozivnosti.

V nasprotnem primeru pa so vibracije na hitrost teka v večji vplivale negativno, testiranci so dosegli statistično značilno razliko, vendar v upočasnitvi. To je ovrglo našo drugo hipotezo. Nakazuje na to, da je hitrost bolj genetsko pogojena sposobnost, na katero ne moremo bistveno vplivati v tako kratkem času in je odvisna tudi od drugih možnih vplivov, ki jih lahko imajo vibracije na telo posameznika. Na podlagi ugotovitev lahko sklenemo, da s pomočjo vibracijske stimulacije lahko izboljšamo eksplozivnost, vendar pa ne moremo bistveno vplivati na hitrost posameznika.

8 VIRI IN LITERATURA

Afonso, J., Brito, J., Abade, E., Rendeiro-Pinho, G., Baptista, I., Figueiredo, P., & Nakamura, F. Y. (2024). Revisiting the ‘Whys’ and ‘Hows’ of the Warm-Up: Are We Asking the Right Questions? *Sports Medicine (Auckland, N.z.)*, 54(1), 23–30. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01908-y>

Bosco, C., Colli, R., Introini, E., Cardinale, M., Tarpela, O., Madella, A., Tihanyi, J., & Viru, A. (1999). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clinical Physiology (Oxford, England)*, 19(2), 183–187. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2281.1999.00155.x>

Cochrane, D. J. (b. d.). *The Effect of Acute Vibration Exercise on Short-Distance Sprinting and Reactive Agility*.

Cochrane, D. J., Cronin, M. J., & Fink, P. W. (2015). Does Vibration Warm-up Enhance Kinetic and Temporal Sprint Parameters? *International Journal of Sports Medicine*, 36(9), 716–721. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1547222>

Cochrane, D. J., Legg, S. J., & Hooker, M. J. (2004). The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 828–832. <https://doi.org/10.1519/14213.1>

Dabbs, N. C., Lundahl, J. A., & Garner, J. C. (2015). Effectiveness of Different Rest Intervals Following Whole-Body Vibration on Vertical Jump Performance between College Athletes and Recreationally Trained Females. *Sports*, 3(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/sports3030258>

Delecluse, C. (1997). Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 24(3), 147–156. <https://doi.org/10.2165/00007256-199724030-00001>

Delecluse, C., Roelants, M., Diels, R., Koninckx, E., & Verschueren, S. (2005). Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 26(8), 662–668. <https://doi.org/10.1055/s-2004-830381>

Does Vibration Warm-up Enhance Kinetic and Temporal Sprint Parameters? | Request PDF. (2024). *ResearchGate*. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1547222>

Du, P. D., Min, & McCormick, R. J. (2009). *Applied Muscle Biology and Meat Science*. CRC Press.

Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of Warming-up on Physical Performance: A Systematic Review With Meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 140. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c643a0>

Giorgos, P., & Elias, Z. (2007). Effects of Whole-body Vibration Training on Sprint Running Kinematics and Explosive Strength Performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(1), 44–49.

Karatrantou, K., Bilios, P., Bogdanis, G. C., Ioakimidis, P., Soulas, E., & Gerodimos, V. (2019). Effects of whole-body vibration training frequency on neuromuscular performance: A randomized controlled study. *Biology of Sport*, 36(3), 273–282. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2019.87049>

Kinematics, Kinetics, and Muscle Activation during Explosive Upper Body Movements in: Journal of Applied Biomechanics Volume 12 Issue 1 (1996). (b. d.). Pridobljeno 9. februar 2025, s <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jab/12/1/article-p31.xml>

McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(11), 1523–1546. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x>

Neuromuscular System—An overview | *ScienceDirect Topics*. (b. d.). Pridobljeno 9. februar 2025, s <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/neuromuscular-system>

Omar, A., Marwaha, K., & Bollu, P. C. (2025). Physiology, Neuromuscular Junction. V *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470413/>

(PDF) Effects of different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. (2025). *ResearchGate*. <https://doi.org/10.23736/S0025-7826.23.04343-0>

(PDF) Effects of Whole-body Vibration Training on Sprint Running Kinematics and Explosive Strength Performance. (2024). *ResearchGate*.

https://www.researchgate.net/publication/258035293_Effects_of_Whole-body_Vibration_Training_on_Sprint_Running_Kinematics_and_Explosive_Strength_Performance

Reid, K. F., & Fielding, R. A. (2012). Skeletal Muscle Power: A Critical Determinant of Physical Functioning In Older Adults. *Exercise and sport sciences reviews*, 40(1), 4–12. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e31823b5f13>

Roberts, B., Hunter, I., Hopkins, T., & Feland, B. (2009). The Short-Term Effect of Whole Body Vibration Training on Sprint Start in Collegiate Athletes. *International Journal of Exercise Science*, 2(4), 264–268. <https://doi.org/10.70252/XVID1884>

Rønnestad, B. R. (2009). Acute effects of various whole-body vibration frequencies on lower-body power in trained and untrained subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1309–1315. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318199d720>

Stillman, B. C. (1970). VIBRATORY MOTOR STIMULATION¹. *Australian Journal of Physiotherapy*, 16(3), 118–123. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)61096-5](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)61096-5)

Taylor, J. L., Amann, M., Duchateau, J., Meeusen, R., & Rice, C. L. (2016). Neural Contributions to Muscle Fatigue: From the Brain to the Muscle and Back Again. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(11), 2294–2306. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000923>

The Effects of Adding Different Whole-Body Vibration Frequencies to Preconditioning Exercise on Subsequent Sprint Performance | Request PDF. (2024). *ResearchGate*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318215f298>

Torvinen, S., Kannus, P., Sievänen, H., Järvinen, T. A. H., Pasanen, M., Kontulainen, S., Järvinen, T. L. N., Järvinen, M., Oja, P., & Vuori, I. (2002). Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(9), 1523–1528. <https://doi.org/10.1097/00005768-200209000-00020>

Vibracijske plošče | mimovrste). (b. d.). Pridobljeno 9. februar 2025, s <https://www.mimovrste.com/vibracijske-plosce>

Vibration Plates: Benefits and Exercises. (b. d.). Pridobljeno 9. februar 2025, s <https://www.webmd.com/fitness-exercise/vibration-plates>

Wallmann, H. W., Bell, D. L., Evans, B. L., Hyman, A. A., Goss, G. K., & Paicely, A. M. (2019). THE EFFECTS OF WHOLE BODY VIBRATION ON VERTICAL JUMP, POWER, BALANCE, AND AGILITY IN UNTRAINED ADULTS. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(1), 55–64.

Wilcock, I. M., Whatman, C., Harris, N., & Keogh, J. W. L. (2009). Vibration training: Could it enhance the strength, power, or speed of athletes? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(2), 593–603. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318196b81f>

PRILOGE

Tabela vseh meritev

	Dolžina skoka (m)		Hitrost šprinta (m/s)		
Testiranje	ogrevanje brez plošče	ogrevanje s ploščo	ogrevanje brez plošče	ogrevanje s ploščo	
Št. posameznika					spol
1	2,37	2,39	1,52	1,51	M
2	2,29	2,27	1,44	1,46	M
3	2,43	2,47	1,43	1,45	M
4	2,16	2,20	1,60	1,62	M
5	2,28	2,34	1,48	1,49	M
6	2,46	2,50	1,43	1,45	M
7	2,60	2,60	1,41	1,41	M
8	2,25	2,24	1,51	1,49	M
9	2,10	2,13	1,38	1,40	M
10	2,68	2,72	1,42	1,42	M
11	2,43	2,45	1,50	1,54	M
12	2,20	2,23	1,45	1,47	M
13	2,24	2,21	1,42	1,48	M

14	2,40	2,38	1,45	1,44	M
15	2,39	2,42	1,42	1,43	M
16	2,26	2,29	1,41	1,40	M
17	2,40	2,41	1,34	1,37	M
18	2,39	2,37	1,42	1,44	M
19	2,26	2,28	1,47	1,52	M
20	2,40	2,47	1,51	1,49	M
21	2,10	2,15	1,54	1,55	M
22	1,80	1,88	1,44	1,46	M
23	2,60	2. 64	1,39	1,36	M
24	2,33	2,40	1,42	1,44	M
25	2,50	2,58	1,51	1,50	M
26	2,90	2,92	1,38	1,41	M
27	1,80	1,83	1,85	1,82	M
28	1,75	1,76	1,64	1,61	ž
29	1,65	1,67	1,69	1,73	ž
30	1,60	1,65	1,74	1,72	ž
31	1,62	1,64	1,69	1,75	ž
32	1,51	1,55	1,75	1,77	ž
33	2,06	2,13	1,87	1,87	ž

34	1,98	2,04	1,71	1,88	ž
35	1,85	1,84	1,91	1,94	ž
36	2,05	2,03	1,90	1,90	ž
37	1,78	1,82	1,63	1,61	ž
38	1,61	1,62	1,77	1,78	ž
39	1,70	1,70	1,63	1,63	ž
40	1,53	1,52	1,91	1,91	ž
41	1,50	1,55	1,78	1,79	ž
42	1,80	1,86	1,86	1,84	ž
43	2,10	2,10	1,69	1,72	ž
44	1,90	1,93	1,70	1,75	ž
45	1,41	1,45	1,74	1,76	ž
46	1,70	1,71	1,67	1,64	ž
47	1,69	1,73	1,72	1,71	ž
48	1,32	1,34	1,89	1,92	ž
49	1,98	1,83	1,56	1,82	ž
50	1,80	1,76	1,61	1,61	ž
51	1,52	1,67	1,59	1,73	ž
52	1,80	1,65	1,78	1,72	ž
53	1,75	1,64	1,85	1,75	ž

54	1,65	1,55	1,64	1,77	ž
----	------	------	------	------	---